



PATENT
0649-0925P

IN THE U.S. PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant: Yasuo AOTSUKA Conf.:
Appl. No.: 10/718,622 Group: UNASSIGNED
Filed: November 24, 2003 Examiner: UNASSIGNED
For: SOLID STATE IMAGING APPARATUS AND
DIGITAL CAMERA

L E T T E R

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

January 22, 2004

Sir:

Under the provisions of 35 U.S.C. § 119 and 37 C.F.R. § 1.55(a), the applicant(s) hereby claim(s) the right of priority based on the following application(s):

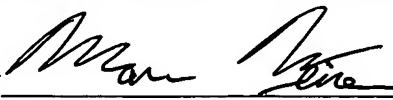
<u>Country</u>	<u>Application No.</u>	<u>Filed</u>
JAPAN	2002-349922	December 2, 2002

A certified copy of the above-noted application(s) is(are) attached hereto.

If necessary, the Commissioner is hereby authorized in this, concurrent, and future replies, to charge payment or credit any overpayment to Deposit Account No. 02-2448 for any additional fee required under 37 C.F.R. §§ 1.16 or 1.17; particularly, extension of time fees.

Respectfully submitted,

BIRCH, STEWART, KOLASCH & BIRCH, LLP

BY 
Marc S. Weiner, #32,181

MSW/jmb
0649-0925P

P.O. Box 747
Falls Church, VA 22040-0747
(703) 205-8000

Attachment(s)

Docket No: 0649-0925P
Appl. No: 10/718,622
Filed: November 24, 2003
Inventor: Yasuo AOTSUKA
Birch, Stewart, Kolasch
& Birch, LLP
703) 205-8000

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2 0 0 2 年 1 2 月 2 日

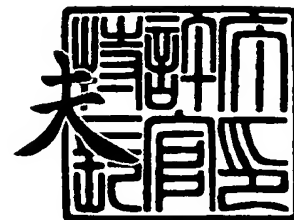
出 願 番 号
Application Number: 特 願 2 0 0 2 - 3 4 9 9 2 2
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 2 - 3 4 9 9 2 2]

出 願 人
Applicant(s): 富士フイルムマイクロデバイス株式会社
富士写真フイルム株式会社

2 0 0 3 年 1 2 月 1 9 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号 出証特 2 0 0 3 - 3 1 0 5 4 9 4

【書類名】 特許願

【整理番号】 P-42967

【提出日】 平成14年12月 2日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01L 27/14

【発明者】

 【住所又は居所】 宮城県黒川郡大和町松坂平 1 丁目 6 番地 富士フイルム
 マイクロデバイス株式会社内

 【氏名】 青塚 康生

【特許出願人】

 【識別番号】 391051588

 【氏名又は名称】 富士フイルムマイクロデバイス株式会社

【特許出願人】

 【識別番号】 000005201

 【氏名又は名称】 富士写真フイルム株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100105647

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 小栗 昌平

 【電話番号】 03-5561-3990

【選任した代理人】

 【識別番号】 100105474

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 本多 弘徳

 【電話番号】 03-5561-3990

【選任した代理人】

【識別番号】 100108589

【弁理士】

【氏名又は名称】 市川 利光

【電話番号】 03-5561-3990

【選任した代理人】

【識別番号】 100115107

【弁理士】

【氏名又は名称】 高松 猛

【電話番号】 03-5561-3990

【選任した代理人】

【識別番号】 100090343

【弁理士】

【氏名又は名称】 栗宇 百合子

【電話番号】 03-5561-3990

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 092740

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0003489

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 固体撮像装置及びデジタルカメラ

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 被写体からの入射光を複数の色信号に分けて撮像する複数の画素を有する固体撮像素子と、該固体撮像素子から出力される撮像画像データに対して光源種類に対応したゲイン量でホワイトバランス補正を行う信号処理手段とを備える固体撮像装置において、前記複数の色信号のうちの少なくとも一色を検出する前記画素として分光感度の異なる二種類の画素を前記固体撮像素子に設けると共に、前記入射光の光源種類が複数種類存在するとき前記二種類の分光感度を有する画素によって得られた撮像画像データから前記複数種類の光源による照明光の混合比を画素毎に求める混合比推定手段と、前記ホワイトバランス補正を行うゲイン量を前記混合比に応じて画素毎に算出するゲイン量算出手段とを前記信号処理手段に設けたことを特徴とする固体撮像装置。

【請求項 2】 前記信号処理手段は前記撮像画像データから求めた色差信号に対して色差マトリクスを乗算して色調補正する手段と、該色差マトリクスの係数を前記混合比に応じて補正する色差マトリクス補正手段とを備えることを特徴とする請求項 1 に記載の固体撮像装置。

【請求項 3】 前記信号処理手段は、前記撮像画像データから光源種類を判別する光源種別判定手段を備えることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の固体撮像装置。

【請求項 4】 被写体からの入射光を複数の色信号に分けて撮像する複数の画素を有する固体撮像素子と、該固体撮像素子から出力される撮像画像データに対して光源種類に対応したゲイン量でホワイトバランス補正を行う信号処理手段とを備えるデジタルカメラにおいて、前記複数の色信号のうちの少なくとも一色を検出する前記画素として分光感度の異なる二種類の画素を前記固体撮像素子に設けると共に、前記入射光の光源種類が複数種類存在するとき前記二種類の分光感度を有する画素によって得られた撮像画像データから前記複数種類の光源による照明光の混合比を画素毎に求める混合比推定手段と、前記ホワイトバランス補正を行うゲイン量を前記混合比に応じて画素毎に算出するゲイン量算出手段とを

前記信号処理手段に設けたことを特徴とするデジタルカメラ。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は固体撮像装置及びデジタルカメラに係り、特に、複数種類の光源下にある被写体を撮像したときのホワイトバランスを良好にとり色かぶりの少ない画像を得ることができる固体撮像装置及びデジタルカメラに関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

デジタルスチルカメラ（携帯電話機に搭載されているものを含む。）やデジタルビデオカメラ等のデジタルカメラでは、CCDやCMOSイメージセンサ等の固体撮像素子によって被写体を撮像し、得られた画像データのホワイトバランスを、被写体の照明光源種類に応じて補正し、出力している。

【0 0 0 3】

光源としては、太陽光（D 6 5 光源，D 7 5 光源など），普通型白色蛍光灯（F 6 光源），フラッシュライトなど代表的な種々の光源が予め想定されており、デジタルカメラが自動的にホワイトバランス補正を行う場合、撮像画像データを解析して光源種類を識別し、この光源種類に応じた補正值を使用する様になっている。

【0 0 0 4】

しかし、撮影を行う場合、1種類の光源によってのみ被写体が照明される場合の他、複数種類の光源によって被写体が照明されるシーンを撮影する場合がある。例えば、蛍光灯で照明されている室内に窓から太陽光が射し込んでいる状態で、室内シーンを撮影する場合などである。

【0 0 0 5】

複数種類の光源によって照明されている被写体を撮像して得た画像データをホワイトバランス補正する場合、従来は、メインとなる1種類の光源種類だけを判別し、画像全体をその光源種類に基づいて補正していた。このため、画像中のメインの被写体から外れた画像部分つまり他の種類の光源による照明が強い部分の

画像が色かぶりを起こして例えば黄色味の強い画像になり、色の再現性（特に肌の再現性）が低下するという問題があった。

【0 0 0 6】

そこで、例えば、特開平 8—3 4 0 5 4 2 号公報（特許文献 1）の段落番号〔0 0 2 6〕に記載された従来技術では、F 6 光源で照明されている室内でメインの被写体をフラッシュを焚いて撮影したとき、フラッシュ発光前に固体撮像素子から得られた画像データとフラッシュ発光後に固体撮像素子から得られた画像データとから、撮像画像の画像領域毎にフラッシュ光の影響量を求め、この影響量に応じて画像領域毎のホワイトバランス補正量を決め、画像全体でホワイトバランスのとれた画像を生成することが提案されている。

【0 0 0 7】

【特許文献 1】

特開平 8—3 4 0 5 4 2 号公報（段落番号〔0 0 2 6〕）

【0 0 0 8】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上述した特許文献 1 の従来技術は、フラッシュ発光を行った場合のホワイトバランスだけを対象としており、フラッシュ発光前の画像データとフラッシュ発光後の画像データの 2 枚の画像データを用いなければならない構成となっている。

【0 0 0 9】

このため、この特許文献 1 の技術は、フラッシュ光以外の複数種類の光源下にある被写体を撮像した場合のホワイトバランス補正に適用することはできない。何故ならば、室内を蛍光灯で照明している室の窓から太陽光が射し込んでいる状態で室内シーンを撮影した場合、1 枚の画像データが得られるだけであり、太陽光照射前の画像データと太陽光照射後の画像データの 2 枚の画像データを得ることができないからである。

【0 0 1 0】

本発明の目的は、任意の複数種類の光源下で撮影した画像のホワイトバランス補正を良好に行い、色かぶりが少なく色再現性が高い固体撮像装置及びデジタル

カメラを提供することにある。

【0011】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成する本発明の固体撮像装置は、被写体からの入射光を複数の色信号に分けて撮像する複数の画素を有する固体撮像素子と、該固体撮像素子から出力される撮像画像データに対して光源種類に対応したゲイン量でホワイトバランス補正を行う信号処理手段とを備える固体撮像装置において、前記複数の色信号のうちの少なくとも一色を検出する前記画素として分光感度の異なる二種類の画素を前記固体撮像素子に設けると共に、前記入射光の光源種類が複数種類存在するとき前記二種類の分光感度を有する画素によって得られた撮像画像データから前記複数種類の光源による照明光の混合比を画素毎に求める混合比推定手段と、前記ホワイトバランス補正を行うゲイン量を前記混合比に応じて画素毎に算出するゲイン量算出手段とを前記信号処理手段に設けたことを特徴とする。

【0012】

この構成により、被写体が複数種類の光源によって照明されている場合でも色かぶりが抑制され色再現性の優れた画像データを得ることができる。

【0013】

本発明の固体撮像装置は、更に、前記撮像画像データから求めた色差信号に対して色差マトリクスを乗算して色調補正する手段と、該色差マトリクスの係数を前記混合比に応じて補正する色差マトリクス補正手段とを前記信号処理手段が備えることを特徴とする。この構成により、ホワイトバランス補正だけでは肌色の色相補正が不十分な場合でも十分な色相補正が可能となり、肌色の色再現性を高めることができる。

【0014】

本発明の固体撮像装置は、更に、前記撮像画像データから光源種類を判別する光源種別判定手段を前記信号処理手段が備えることを特徴とする。この構成により、自動的に光源種類やその混合比に応じたホワイトバランス補正、色差マトリクス補正が可能となる。

【0015】

本発明のデジタルカメラは、被写体からの入射光を複数の色信号に分けて撮像する複数の画素を有する固体撮像素子と、該固体撮像素子から出力される撮像画像データに対して光源種類に対応したゲイン量でホワイトバランス補正を行う信号処理手段とを備えるデジタルカメラにおいて、前記複数の色信号のうちの少なくとも一色を検出する前記画素として分光感度の異なる二種類の画素を前記固体撮像素子に設けると共に、前記入射光の光源種類が複数種類存在するとき前記二種類の分光感度を有する画素によって得られた撮像画像データから前記複数種類の光源による照明光の混合比を画素毎に求める混合比推定手段と、前記ホワイトバランス補正を行うゲイン量を前記混合比に応じて画素毎に算出するゲイン量算出手段とを前記信号処理手段に設けたことを特徴とする。

【0016】

この構成により、被写体が複数種類の光源によって照明されている場合でも黄色などの色かぶりが抑制され色再現性の優れた画像を撮像することができる。

【0017】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の一実施形態について、図面を参照して説明する。

【0018】

図1は、本発明の一実施形態に係るデジタルカメラの構成図である。このデジタルカメラは、撮影レンズ10と、固体撮像素子11と、この両者の間に設けられた絞り12と、赤外線カットフィルタ13と、光学ローパスフィルタ14とを備える。デジタルカメラの全体を制御するCPU15は、フラッシュ用の発光部16及び受光部17を制御し、また、レンズ駆動部18を制御して撮影レンズ10の位置をフォーカス位置に調整し、絞り駆動部19を介し絞り12の開口量を制御して露光量が適正露光量となるように調整する。

【0019】

また、CPU15は、撮像素子駆動部20を介して固体撮像素子11を駆動し、撮影レンズ10を通して撮像した被写体画像を色信号として出力させる。また、CPU15には、操作部21を通してユーザの指示信号が入力され、CPU1

5はこの指示に従って各種制御を行う。固体撮像素子11は、ハニカム画素配置のCCDやベイヤー方式のCCD、あるいはCMOSセンサであるが、本実施形態では、ハニカム画素配置のCCD（図2参照）を用いる。

【0020】

デジタルスチルカメラの電気制御系は、固体撮像素子11の出力に接続されたアナログ信号処理部22と、このアナログ信号処理部22から出力された色信号をデジタル信号に変換するA/D変換回路23とを備え、これらはCPU15によって制御される。

【0021】

更に、このデジタルスチルカメラの電気制御系は、メインメモリ24に接続されたメモリ制御部25と、詳細は後述するデジタル信号処理部26と、撮像画像をJPEG画像に圧縮したり圧縮画像を伸張したりする圧縮伸張処理部27と、固体撮像素子11から出力されデジタルデータに変換された画像データを色信号毎に積算し各積算値をデジタル信号処理部26に出力する積算部28と、着脱自在の記録媒体29が接続される外部メモリ制御部30と、カメラ背面等に搭載された液晶表示部31が接続される表示制御部32とを備え、これらは、制御バス33及びデータバス34によって相互に接続され、CPU15からの指令によって制御される。

【0022】

図1に示すデジタル信号処理部26や、アナログ信号処理部22、A/D変換回路23等は、これを夫々別回路としてデジタルスチルカメラに搭載することもできるが、これらを固体撮像素子11と同一半導体基板上にLSI製造技術を用いて製造し、1つの固体撮像装置とするのがよい。

【0023】

図2は、図1に示す固体撮像素子11の一部平面を示す模式図である。この固体撮像素子は、所謂、ハニカム画素配置と呼ばれ、多数の緑の色フィルタを持つフォトダイオードが縦横に所定間隔で配置され、その各行、各列の各フォトダイオードに対して、1/2ピッチづつずらした位置に、青（B）と赤（R）の各色フィルタを持つフォトダイオードが交互に配置される構造となっている。

【0024】

本実施形態では緑の色フィルタとして、G1、G2の二種類を用意し、G1、G2を交互に配置した構成としている。図示する例では、「R」「G1」「G2」「B」と記載された8角形の枠が夫々赤(R)、緑(G1、G2)、青(B)の色フィルタを示し、対応するフォトダイオードは、その下側(紙面の下側)に配置される。より正確には、8角形の枠がフォトダイオードの形を表し、赤、緑、青の色フィルタは、8角形の枠より大きなサイズ(例えば8角形や4角形)で設けられる。

【0025】

光が各色フィルタを通して入射することで各フォトダイオードに蓄積された信号電荷は、矢印aに示す様に各フォトダイオードの脇に形成されている垂直転送路60に読み出され、この信号電荷は、矢印bに示す様に垂直転送路60に沿って転送されて水平転送路61に至り、今度は矢印cに示す様に水平転送路61に沿って転送され、固体撮像素子から読み出される。各画素(フォトダイオード)から読み出される信号電荷量は、各フォトダイオードの受光光量に応じた値となる。

【0026】

この様に、固体撮像素子の各フォトダイオードの表面には色フィルタが重ねて設けられるが、この色フィルタは、例えば顔料や染料を用いて製造される。図3に、各色フィルタ(R、G1、G2、B)を設けた分光感度(赤外線カットフィルタ13やカメラレンズ10等を組み合わせた後の分光感度)を示す。

【0027】

各色フィルタR、G1、G2、Bは夫々赤色、緑色、青色に相当する波長の光を透過し、それ以外の波長の光をカットする様になっている。例えば、赤色フィルタRは、図3に示すように、波長約580nm以上の光を透過し、それより低い波長の光は一律にカットする様に製造され、青色フィルタBは、波長約460nm付近に透過光のピークを持ち、波長約400nm以下の光と波長約510nm以上の光をカットする様に製造される。

【0028】

二種類の緑色フィルタ G1, G2 は、その差が大きくても小さくても良いが、その分光特性の波形が全く同じでないことが必要である。ここで、同じ波形とは、カメラの分光感度のピークを“100”として両方の分光特性の波形を正規化したとき全く一致することをいう。

【0029】

本実施形態の緑色フィルタ G1 の分光特性と緑色フィルタ G2 の分光特性とは、その基本的波形形状は同じであり、波長約 480 nm 以下の光と波長約 600 nm 以上の光をカットし、両者間の光を透過する波形となっているが、緑色フィルタ G2 の方が緑色フィルタ G1 に比べて、波長約 520 nm 付近の光をより多く透過する様になっている。図 3 に、G1-G2 の波形を示す（スケールは右側の縦軸）。本実施形態では、この差 G1-G2 を利用して、複数種類の光源の混合比を高精度に判別する様にしている。

【0030】

図 4 は、図 1 に示すデジタル信号処理部 26 の詳細構成図である。このデジタル信号処理部 26 は、ハードウェア回路で構成しても、ソフトウェアにて構成することも可能である。

【0031】

図示する例のデジタル信号処理部 26 は、A/D 変換回路 23 から出力される R, G1, G2, B の各色の画像信号を取り込んでオフセット処理を行うオフセット補正回路 41 と、オフセット補正回路 41 の出力信号を取り込んでホワイトバランス調整を後述のゲイン量算出回路 53 で算出されたゲイン値を用いて行うゲイン補正回路 42 と、ゲイン補正回路 42 から出力される信号に対して所定の γ 値を用いガンマ補正を行うガンマ補正回路 43 とを備える。

【0032】

A/D 変換回路 23 から出力される色信号は、R, G1, G2, B の 4 色信号であり、オフセット補正回路 41 は、これらの 4 色信号を取り込んでオフセット処理を行い、次のゲイン補正回路 42 は、取り込んだ色信号 R, G1, G2, B に対して夫々ホワイトバランス補正処理を施す。

【0033】

ガンマ補正回路 43 では、取り込んだ色信号 R, G1, G2, B の内、G1 と G2 を区別なく取り扱い、いずれも緑色信号 G として出力する。あるいは、緑色信号 G1, G2 を、例えば次の数 1 に従い線形結合して緑色信号 G を求めてもよい。

【0034】

[数 1]

$$G = n \cdot G_i + (1 - n) \cdot G_j$$

n : 定数 ($0 < n < 1$)

i, j : “1” または “2” の値をとり、かつ $i \neq j$

G_i : ガンマ補正回路への直接の入力信号

G_j : G_i の最近隣の信号。 G_j は複数存在するので、それら全ての平均値を用いても良い。

あるいは、数 1 として、 $G = n \cdot G_1 + (1 - n) \cdot G_2$ を用いてもよい。

【0035】

そして、この緑色信号 G と、他の赤色信号 R, 青色信号 B とを合わせた RGB 3 色の色信号として従来と同様に処理する。尚、オフセット補正回路 41 の前段で、上記の数 1 を用いて緑色信号 G を求め、以下、R, G, B の 3 色信号で処理を進める構成でもよい。

【0036】

デジタル信号処理部 26 は更に、ガンマ補正回路 43 から出力される RGB の色信号を補間演算して各画素位置における RGB 3 色の信号を求める RGB 補間演算部 44 と、RGB 補間演算後の RGB 信号から輝度信号 Y と色差信号 C_r , C_b とを求める RGB/YC 変換回路 45 と、輝度信号 Y と色差信号 C_r , C_b からノイズを低減するノイズフィルタ 46 と、ノイズ低減後の輝度信号 Y に対して輪郭補正を行う輪郭補正回路 47 と、ノイズ低減後の色差信号 C_r , C_b に対して色差マトリクス (C-MTX) を乗算して色調補正を行う色差マトリクス回路 48 とを備える。

【0037】

更に、デジタル信号処理 26 は、積算部 28 から出力される色信号 R, G1,

G 2, B 毎の積算値を取り込んで光源種別を判定する光源種別判定回路 5 1 と、色信号 R, G 1, G 2, B を取り込んで光源混合比を推定する光源混合比推定回路 5 2 と、ホワイトバランスゲイン量算出回路 5 3 とを備える。

【0 0 3 8】

このホワイトバランスゲイン量算出回路 5 3 は、光源種別判定回路 5 1 と、光源混合比推定回路 5 2 の出力信号を受け、被写体照明光源が 1 種類の場合にはその光源種類に応じたホワイトバランスのゲイン量をゲイン補正回路 4 2 に出力し、被写体照明光源が複数種類の場合には夫々の光源種類の照明光混合比に応じたホワイトバランスゲイン量を算出し、ゲイン補正回路 4 2 に出力する。

【0 0 3 9】

ここで、光源種類 L 1 が 1 0 0 % のときのホワイトバランスゲイン量を k_{1r} , k_{1g1} , k_{1g2} , k_{1b} (これらの添え字 r, g 1, g 2, b は夫々色 R, G 1, G 2, B に対応する。以下、同様) とし、光源種類 L 2 が 1 0 0 % のときのホワイトバランスゲイン量を k_{2r} , k_{2g1} , k_{2g2} , k_{2b} とするが、これらのゲイン量は、デジタルスチルカメラのメモリに予め設定されている値である。

【0 0 4 0】

ゲイン量算出回路 5 3 は、光源種類が複数種類あった場合、この例では、光源 L 1 と光源 L 2 の両方が被写体を照明していた場合、ホワイトバランスゲインの画素毎のゲイン量 k_r , k_{g1} , k_{g2} , k_b を以下の数 2 により演算して求める。ここで、光源 L 1 と光源 L 2 の画素毎の混合比を、光源混合比推定回路 5 2 が $m : (1 - m)$ であると推定したとする。

【0 0 4 1】

[数 2]

$$1/k_r = m/k_{1r} + (1 - m)/k_{2r}$$

$$1/k_{g1} = m/k_{1g1} + (1 - m)/k_{2g1}$$

$$1/k_{g2} = m/k_{1g2} + (1 - m)/k_{2g2}$$

$$1/k_b = m/k_{1b} + (1 - m)/k_{2b}$$

この演算式で、 $0 \leq m \leq 1$ である。

【0042】

色差マトリクス回路48には、光源対応の色差マトリクスが複数種類設けられており、光源種別判定回路51が求めた光源種別に応じて使用する色差マトリクスを切り替え、この切り替え後の色差マトリクス〔C-MTX〕を、入力してくる色差信号 C_r 、 C_b に、次の数3に示す様に乗算し、色調補正された色差信号 C_r' 、 C_b' を出力する。

【0043】

[数3]

$$[C-MTX] = \begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix} \text{ のとき}$$

$$\begin{pmatrix} C_r' \\ C_b' \end{pmatrix} = [C-MTX] \times \begin{pmatrix} C_r \\ C_b \end{pmatrix}$$

C_r, C_r', C_b, C_b' は $-128 \sim +127$ の値(8bitの場合)をとる。

【0044】

更にこの色差マトリクス回路48は、光源種別判定回路51と、光源混合比推定回路52の出力信号を受け、光源種類が複数種類ある場合には、光源種類毎の照明光混合比に応じて、色差マトリクスの係数を補正する。

【0045】

今、光源L1の照明光が100%のときの色差マトリクス〔C1-MTX〕と、光源L2の照明光が100%のときの色差マトリクス〔C2-MTX〕の係数が夫々次の数4で

【0046】

[数4]

$$[C_1-MTX] = \begin{pmatrix} a_1 & b_1 \\ c_1 & d_1 \end{pmatrix}$$

$$[C_2-MTX] = \begin{pmatrix} a_2 & b_2 \\ c_2 & d_2 \end{pmatrix}$$

表され、光源 L1 と光源 L2 の混合比が $m : (1 - m)$ のとき、色差マトリクス回路 48 で使用する色差マトリクスの係数 a , b , c , d は、次の数 5

【0047】

[数 5]

$$a = m \cdot a_1 + (1 - m) \cdot a_2$$

$$b = m \cdot b_1 + (1 - m) \cdot b_2$$

$$c = m \cdot c_1 + (1 - m) \cdot c_2$$

$$d = m \cdot d_1 + (1 - m) \cdot d_2$$

で求める。

【0048】

尚、光源 L1, L2 の色差マトリクスは、ホワイトバランスの補正込みで最適な値に決めたものを使用するのがよい。特に、肌色の色相が良好で、かつ光源種にかかわらず同じであるように決めるのが好ましい。同時に、一般色の再現性も、基準光源で撮影した時の状態になるべく近づけて決めるのが良い。

【0049】

光源種別判定回路 51 は、固体撮像素子 11 で撮像した一画面を例えば $8 \times 8 = 64$ の領域に分割し、各分割領域における信号電荷の ΣR , $\Sigma G1$, ΣB の値を積算部 28 からの信号により求め、 $\Sigma R / \Sigma G1$ のデータと $\Sigma B / \Sigma G1$ のデータの組を求め、これら 64 組のデータを $R / G1$ 軸と $B / G1$ 軸で張る二次元空間にプロットし、その分布の形状から撮影光源種を検出する。

【0050】

分布の形状が、ある種類の光源による分布の形状と、別の種類の光源による分布の形状の両方にまたがる分布を示す場合、光源種類が 2 つあると判断し、光源種類を判別する。また、ユーザが、図 1 に示す操作部 21 から光源種別を入力した場合には、その光源種別を使用する。

【0051】

尚、光源種類の自動判定は、上述した例に限るものではなく、例えば、固体撮像素子 11 の無効領域に、光源種別判定専用のセンサを設けることでもよい。このセンサの分光感度の例としては、 640 nm 以上の感度、 580 nm 付近の感

度、520nm付近の感度、これらを適宜組み合わせた感度などが特に有効である。また、R、G1、G2、Bの4つの分光感度から光源種類を判別することも可能である。例えば、G1とG2の差が520nm付近になるように設計すればよい。あるいは、G2を520nmに感度を持つように設計すればよい。いずれにしても、緑色の分光感度としてG1、G2の二種類を設けることで、光源識別は可能となる。

【0052】

光源混合比推定回路52で行う推定処理は、画素毎に、その4つのデータ（R、G1、G2、B）を用いて行う。4つの分光感度が固体撮像素子11の表面にモザイク状に配列されている場合、基本的には、最近隣のR、G1、G2、Bを用いて混合比を推定する。且つ、なるべく、等方的配置によるR、G1、G2、Bを用いるのがよい。ある画素の推定混合比としては、周辺画素の推定混合比を含めてその平均値を用いることも可能である。こうすることで、推定混合比のS/N比が向上する。

【0053】

ホワイトバランスゲインの補正とは、すなわち、グレーをグレーに補正することであるので、被写体色をグレーの場合に限って推定式を立てる。光源L1と光源L2の各照明光の混合比が変わると共に変化するデータは、全て推定式に用いることができる。例えば、 $R/G1$ 、 $G2/G1$ 、 $(G1-G2)/(G1+G2)$ 、 B/R 、等々である。

【0054】

これらは、いずれもR、G1、G2、Bのいずれか、もしくは、それらの線形結合の「比」の形になっている。こうすることで、白から黒までの全てのグレーに対して同じホワイトバランス補正を行なうこととなり、好ましい。

【0055】

更に、上記の「比」を任意に線形結合した式の値をもって混合比の推定を行なうことも可能である。特に、基準となる光源がL1であるとする、光源L1が100%のときに、グレー画素での混合比推定値と肌色画素での混合比推定値とが同じ値（即ち光源L1が100%であると推定すること）となるように推定式

を立てることが好ましい。

【0 0 5 6】

しかし、これに限定されることなく推定式を立てても構わない。例えば葉緑の再現性を重視して推定式を決めることもできる。また例えば、赤の色相再現性をやや黄味を減らした色相にするとといったことも可能である。いずれにしても、推定式を決めると、それによるホワイトバランス補正を込みにした色再現性（光源 L 1 と光源 L 2 の混合比に依存する）が決まる。

【0 0 5 7】

その色再現性において、例えば、肌色の变化（光源 L 1 と光源 L 2 の照明光混合比に伴う変化）が大きくて好ましくない場合にも、色差マトリクスの上述した係数補正を行なうことで、肌色の色再現性が安定で且つ良好となる。

【0 0 5 8】

尚、複数種類の光源の組合わせが異なれば、それに合わせて混合比推定式も別の最適式とするのがよく、また、色差マトリクスの補正（係数算出式）も、光源種の組合わせ毎に最適なものとするのがよい。それは、フラッシュ光と F 6 光源とが混合している場合でフラッシュ光 1 0 0 % での最適色差マトリクスは、フラッシュ光と A 光源とが混合している場合でフラッシュ光 1 0 0 % での最適色差マトリクスと違うからである。なぜなら、グレー以外の一般色においては、フラッシュ光 1 0 0 % であっても、推定値としては 1 0 0 % にならず、従って、ホワイトバランス係数が第 2 光源寄りに修正されてしまうので、これを逆修正するような色差マトリクスが最適色差マトリクスとなるからである。

【0 0 5 9】

以下、具体的な例について説明する。

（具体例 1）

分光感度が R, G 1, G 2, B よりなる CCD を組み込んだデジタルカメラにて、D 6 5 光源の照明光と F 6 光源の照明光とが混合した被写体画像を撮像し、その撮像画像データの補正を次の様に行った。

【0 0 6 0】

カメラの分光感度は、図 3 に示す通りである。（G 2 - G 1）は、図 3 中に示

すように、波長 520 nm にピークを持つ特性となっている。この例では、光源種類は、ユーザがマニュアルにてカメラに入力している。

【0061】

各画素毎に、D65光源とF6光源の各照明光の混合比を、次の数6により推定し、画素毎にホワイトバランスと色差マトリクスを補正した。

【0062】

[数6]

$$m(\text{推定混合比}) = 2.72x - 2.20$$

ここで、 $m=1$ は D65 光源が 100% を意味し、 $m>1$ のときは $m=1$ とし、 $m<0$ のときは $m=0$ とする。

【0063】

また、上記の数6における x は、次の数7で算出する。

【0064】

[数7]

$$x = (G2 - G1) / (0.5 \cdot G2 + 0.5 \cdot G1) + 0.155 \cdot (0.15 \cdot R + 0.5 \cdot G1 + 0.5 \cdot G2) / B$$

【0065】

尚、 $(0.5 \cdot G2 + 0.5 \cdot G1) \cdot B = 0$ のときは、 $m=1$ とする。また、上式における R 、 $G1$ 、 $G2$ 、 B の値は、CCD出力値にD65光源用のホワイトバランス係数を掛けて求めた値を使用した。緑信号 G は、 $G = 0.5 \cdot G1 + 0.5 \cdot G2$ として求めた。

【0066】

図5はこの具体例1における補正効果を示す図であり、図5(a)に補正前の状態、図5(b)にホワイトバランス補正及び色差マトリクス補正後の状態を示す。図5(a)の各○印はD65光源下での各色の測色点を示し、各○印付近から延びる線は、D65光源にF6光源の照明光を混ぜていったときの再現色の軌跡を示している。

【0067】

ほぼ全ての色で、再現色の軌跡は縦軸の上方向すなわち b^* 方向に延びている

。この方向は黄色方向を示し、F 6 光源の照明光が太陽光（D 6 5 光源）に混じると、全ての色が黄色に色かぶりしてしまうことを示している。

【0068】

これに対し、この具体例 1 のホワイトバランス補正及び色差マトリクス補正を行うと、図 5（b）に示す様に、特に肌色や白色において、F 6 光源の照明光が太陽光（D 6 5 光源）に混じっても、黄色の色かぶりが抑制されることが分かる。

【0069】

（具体例 2）

図 6 は、この具体例 2 で用いたカメラの分光感度 G 1, G 2 を示す図である。R, B の分光感度は、図 3 と同じであるため、図 6 では省略している。この具体例 2 では、F 6 光源により照明されている室内にてフラッシュ光を焚いて撮影を行ない、次の様に撮像画像データを補正した。

【0070】

まずプレ露光にて室内の照明光が F 6 光源の照明光であることを確認した。その確認は、次の数 8 にて光源種パラメータ P

【0071】

[数 8]

$$P = \frac{(G 2 - 0.4 \cdot G 1 + 0.05 \cdot R - 0.1 \cdot B)}{(G 1 - 0.2 \cdot G 2 + 0.4 \cdot B)}$$

を求めることで行う。

【0072】

この式中の R, G 1, G 2, B は、撮影画像を 64 分割し、各区画毎の全画素の値を合計して求めた値である。またこの時の R, G 1, G 2, B は、カメラの初期のホワイトバランスゲイン（D 5 5 光源用ホワイトバランスゲイン）を掛けた値である。区画毎に光源種パラメータ P を算出し、予め F 6 光源の場合のパラメータとして割り出してある値の範囲に入る区画の数が多数であったので、光源は F 6 光源であるとカメラが自動的に判別した。

【0073】

次に、フラッシュ発光を行って撮影し、撮影画像の画素毎に光源種の混合比を推定した。混合比推定式は、次の数9である。

【0074】

[数9]

$$m \text{ (推定混合比)} = 1.45 - \sqrt{(x / 0.215 - 5.82)}$$

$$x = G1 / G2 + 0.294 \cdot G1 / R$$

但し、 $x / 0.215 - 5.82 < 0$ の時は、 $m = 1$ とし、

$G2 \cdot R = 0$ の時は、 $m = 0$ とし、

$m > 1$ の時は、 $m = 1$ とし、

$m < 0$ の時は、 $m = 0$ とする。

【0075】

また、上式の R 、 $G1$ 、 $G2$ 、 B は、フラッシュ光用のホワイトバランスゲインを掛けた値を用いている。更に、画像信号形成用の G は、 SN 比を最大にする観点から、 $G = 0.527 \cdot G1 + 0.473 \cdot G2$ として求めた。

【0076】

図7はこの具体例2における補正効果を示す図であり、図7(a)に補正前の状態、図7(b)にホワイトバランス補正及び色差マトリクス補正後の状態を示す。

【0077】

図7(a)の各○印は、図5と同様に、D65光源下での各色の測色点を示す。フラッシュ光はD65光源に近いので、○印がフラッシュ光源下での各色の測色点と見ることができる。各○印付近から延びる線は、フラッシュ光源にF6光源の照明光を混ぜていったときの再現色の軌跡を示している。この具体例2においても、ほぼ全ての色で、再現色の軌跡は縦軸の上方向すなわち b^* 方向に延びており、F6光源の照明光がフラッシュ光に混じることで、黄色に色かぶりしてしまうことを示している。

【0078】

これに対し、この具体例2のホワイトバランス補正及び色差マトリクス補正を行うと、図7(b)に示す様に、特に肌色や白色において、F6光源の照明光が

フラッシュ光に混じっても、黄色の色かぶりが抑制されることが分かる。

【0079】

以上述べた様に、緑色を検出する画素に二種類の分光感度 G_1 , G_2 を設け、この G_1 , G_2 の信号によって複数種類の光源からの照明光混合比を求め、ホワイトバランス補正のゲイン量を各種類の光源の寄与を考慮して算出したため、被写体が複数種類の光源からの光で照明されていても、ホワイトバランス補正を良好に行うことができ、色再現性とくに肌色の再現性が向上し、色かぶりの抑制された画像を撮像することが可能となる。

【0080】

尚、上述した実施形態では、 R , G , B のうち G の分光感度を G_1 , G_2 の二種類設けたが、 G の代わりに、 R の分光感度を R_1 , R_2 の二種類設けても、また、 B の分光感度を B_1 , B_2 の二種類設けても同様に照明光混合比を求めることができる。更に、原色系の R , G , B の代わりに、補色系の Y_e (イエロー), C_y (シアン), M_g (マゼンタ), G (グリーン) の固体撮像素子を搭載した場合には、これらの中のいずれか1つの分光感度を二種類設ければよい。

【0081】

【発明の効果】

本発明によれば、任意の複数種類の光源下で撮影した画像のホワイトバランス補正を良好に行うことができ、更に色かぶりが少なく色再現性が高い撮像画像を得ることができる。また、この効果により、カメラに付属させるフラッシュ装置の発光パワーを必要最小限にとどめることができる。即ち、フラッシュ光量が小さいと、アベイラブルライトの光量が相対的に上がることになり色カブリが顕著となるが、本発明の効果によりその色カブリを補正できるからである。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の一実施形態に係るデジタルスチルカメラの構成図である。

【図2】

図1に示す固体撮像素子の表面の模式図である。

【図3】

図 1 に示すデジタルスチルカメラの分光感度を示すグラフである。

【図 4】

図 1 に示すデジタル信号処理部の詳細構成図である。

【図 5】

本発明の具体例の効果を示す図である。

【図 6】

本発明の別の具体例におけるデジタルカメラの分光感度を示すグラフである。

【図 7】

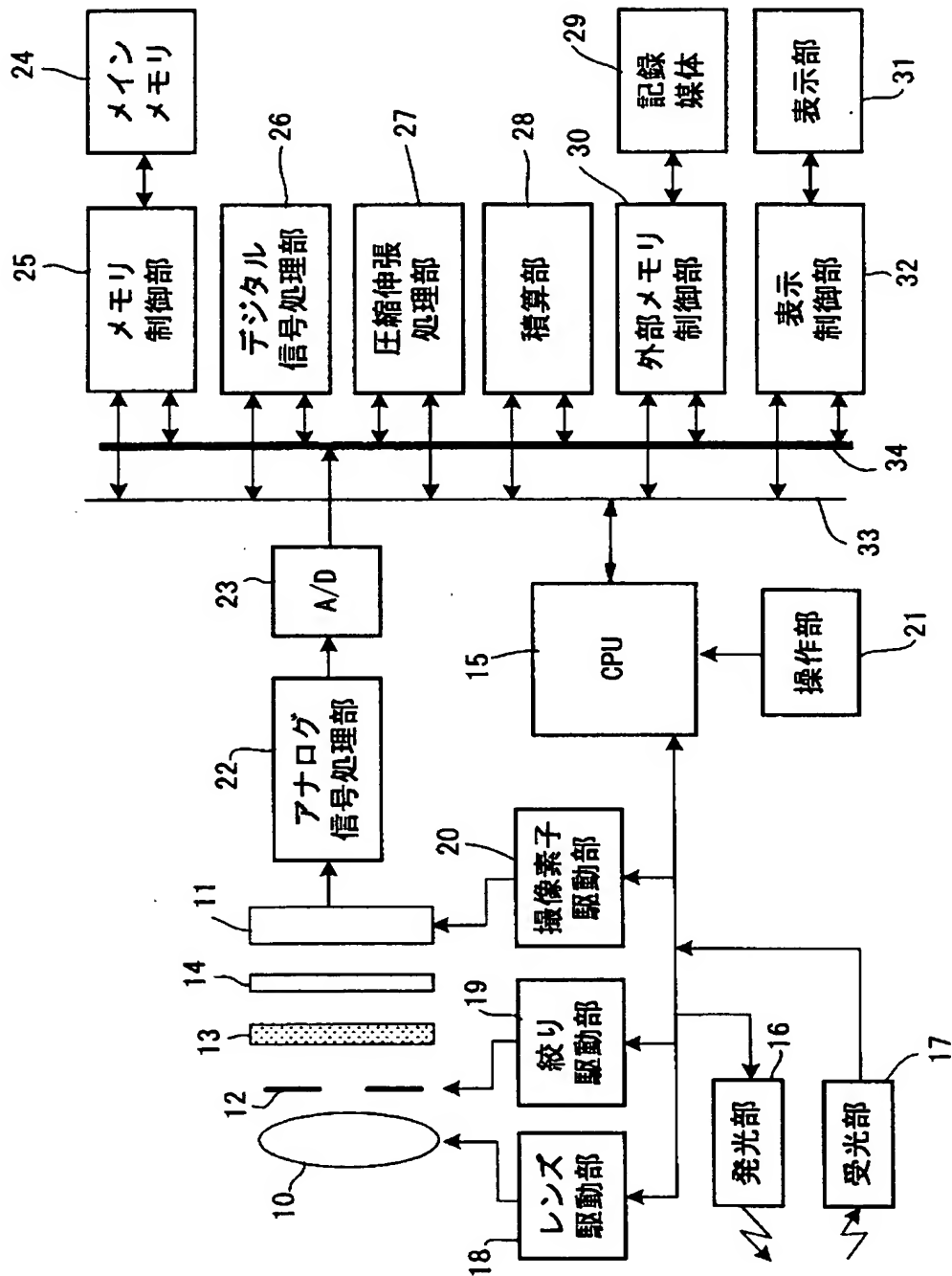
本発明の別の具体例の効果を示す図である。

【符号の説明】

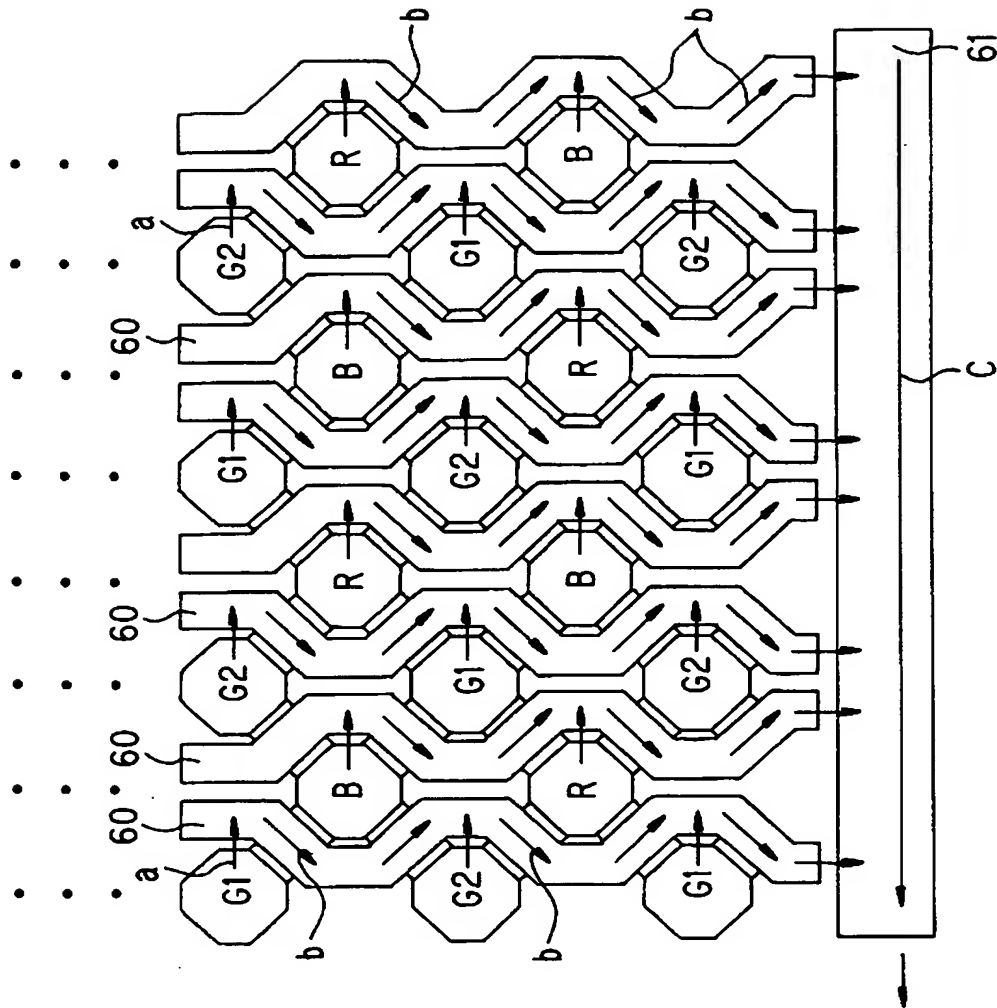
- 1 0 撮影レンズ
- 1 1 固体撮像素子
- 1 5 C P U
- 2 6 デジタル信号処理部
- 2 8 積算部
- 4 8 色差マトリクス回路
- 5 1 光源種別判定回路
- 5 2 光源混合比推定回路
- 5 3 ホワイトバランスゲイン量算出回路

【書類名】 図面

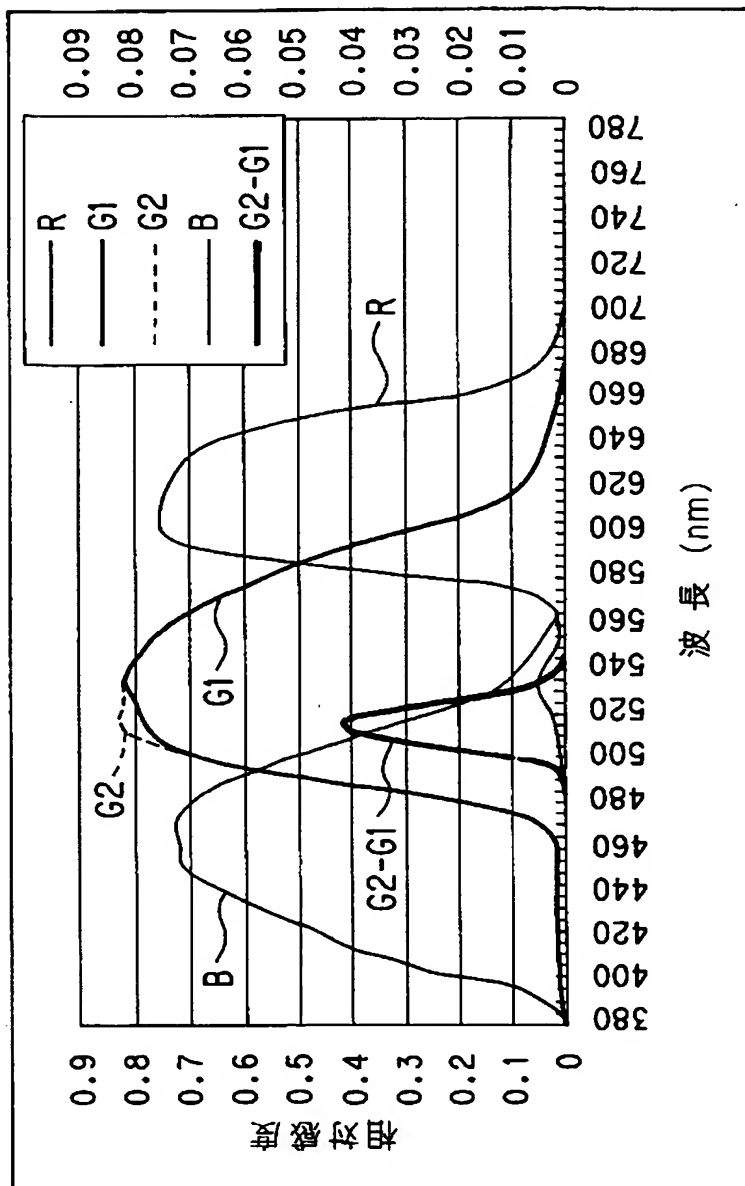
【図 1】



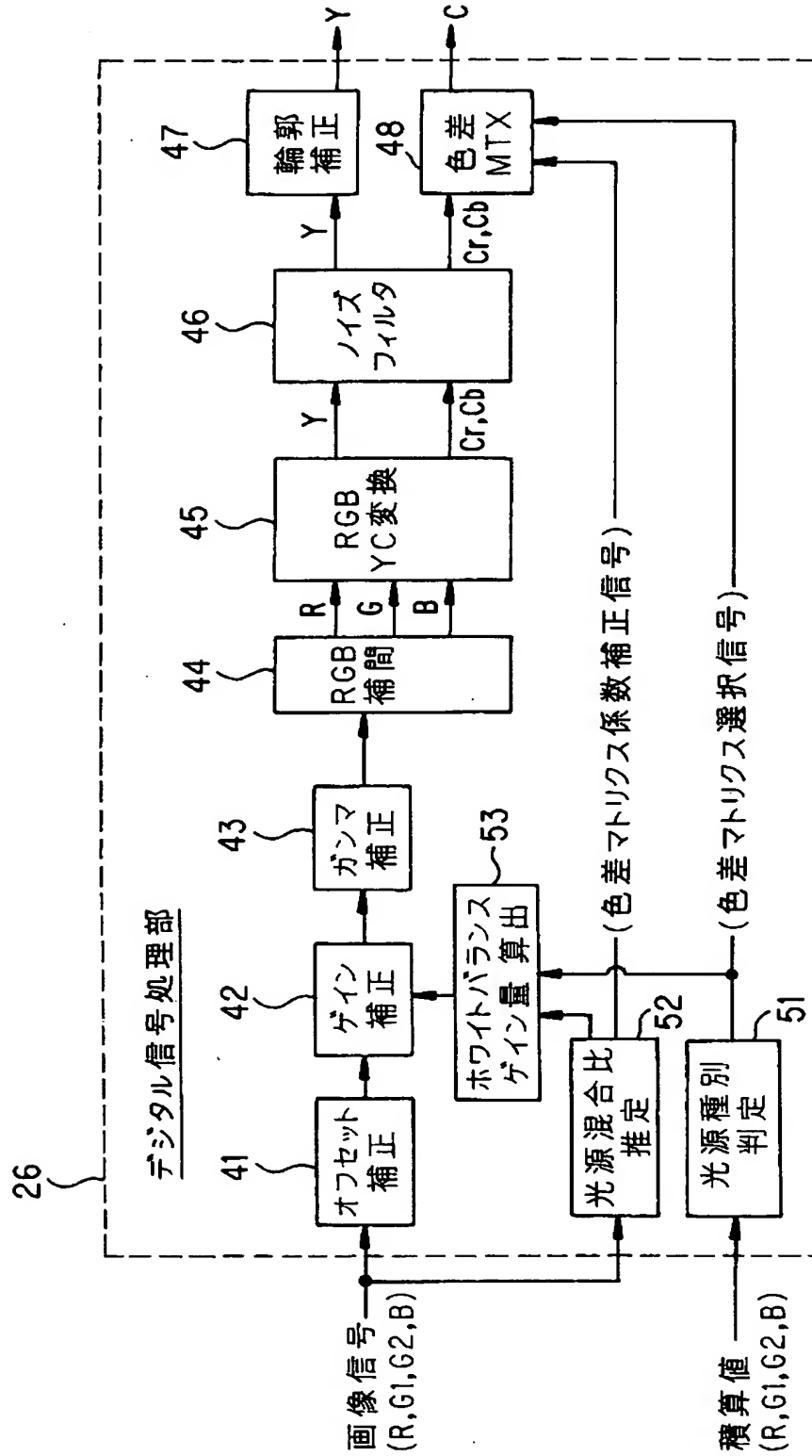
【図 2】



【図 3】

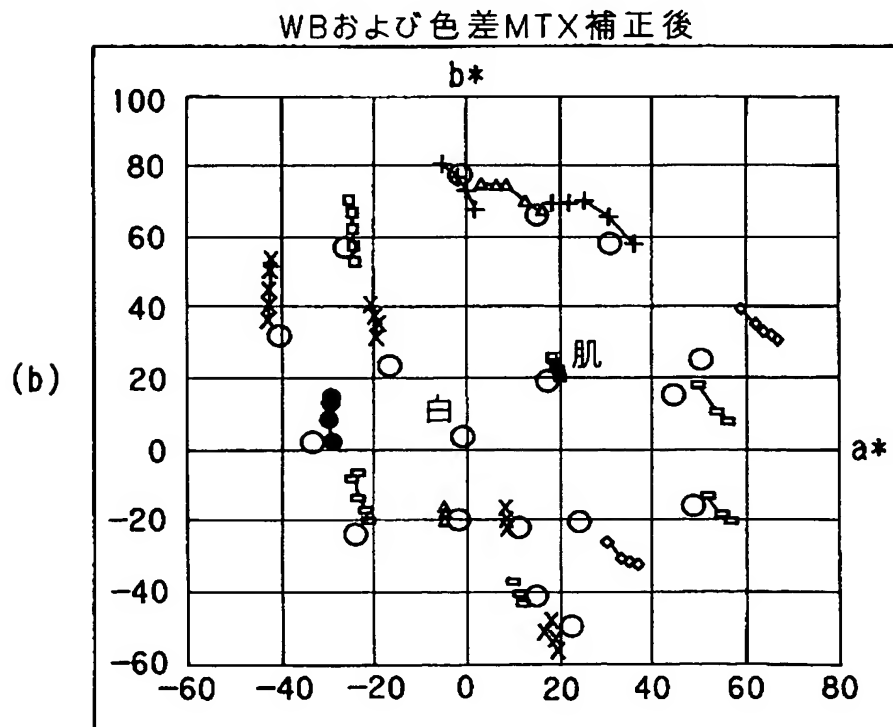
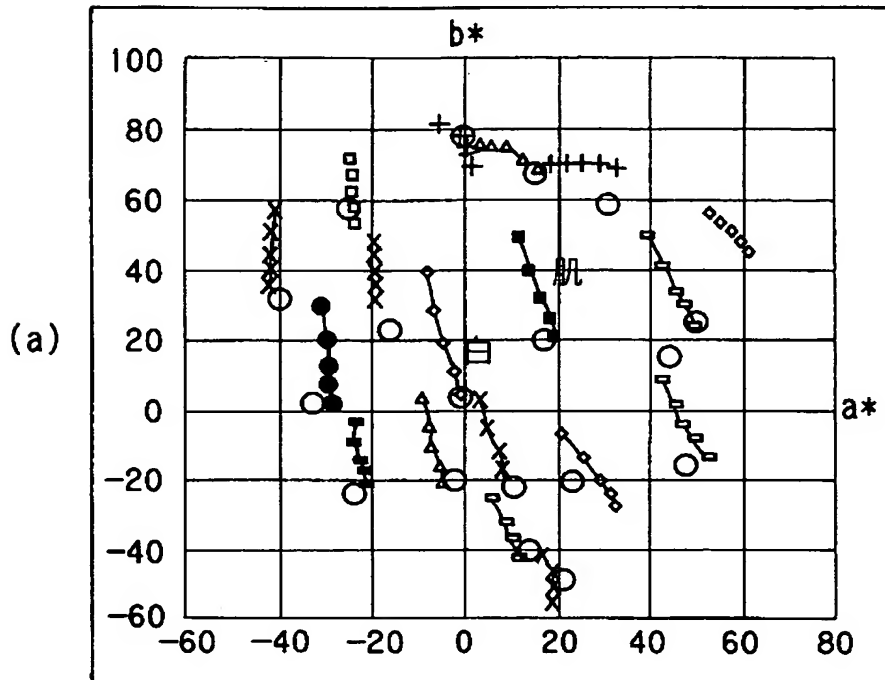


【図 4】

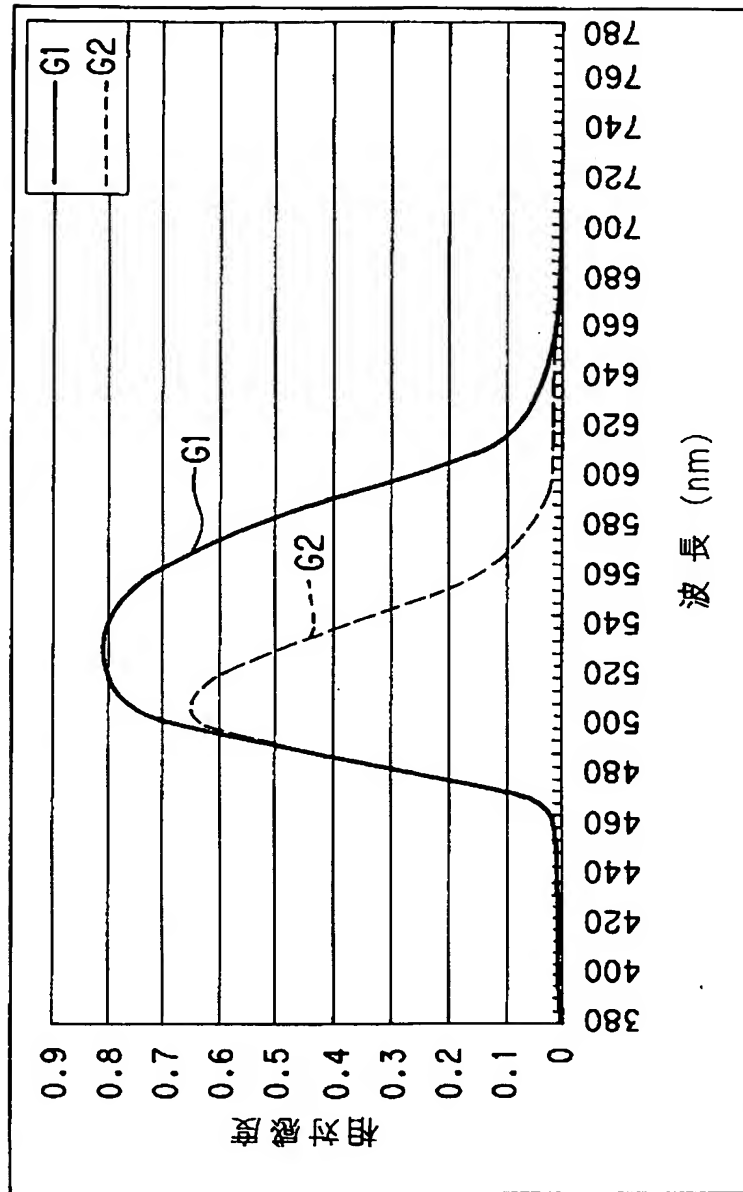


【図 5】

補正前の各色(macbeth ColorChecker) ○: D65下での測色点。
D65/F6=0~1における再現色の軌跡(WBはD65に合わせてある)

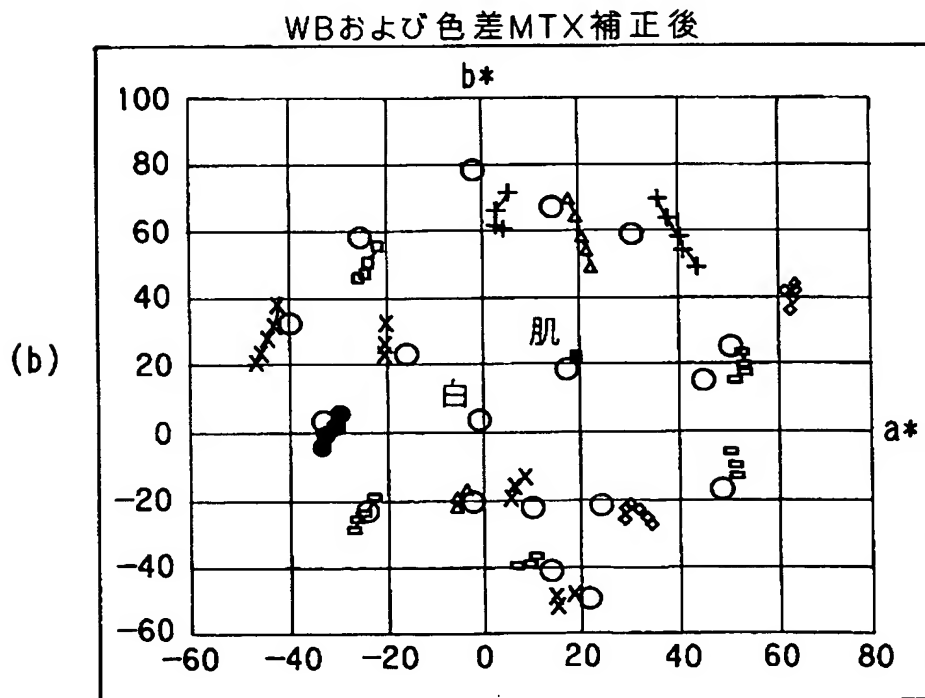
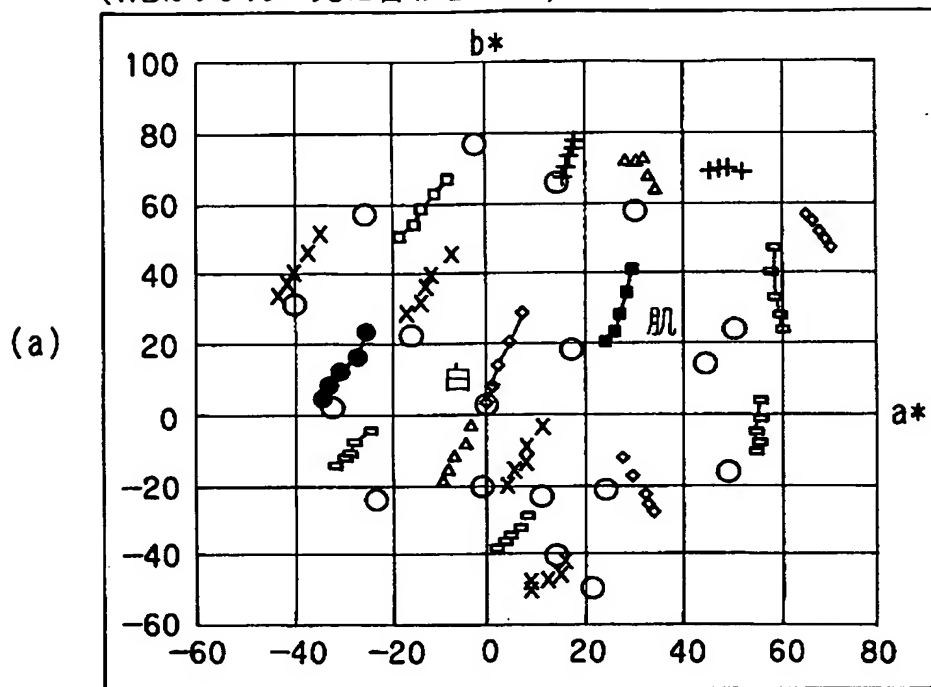


【図 6】



【図 7】

補正前の各色(macbeth ColorChecker) ○: D65下での測色点。
フラッシュ光/F6=0~1における再現色の軌跡
(WBはフラッシュ光に合わせてある)



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 被写体が複数種類の光源によって照明されている場合でも黄色の色かぶりが抑制され色再現性の優れた画像データを得る。

【解決手段】 被写体からの入射光を複数の色信号に分けて撮像する複数の画素を有する固体撮像素子と、固体撮像素子から出力される撮像画像データに対して光源種類に対応したゲイン量でホワイトバランス補正を行う信号処理手段とを備える固体撮像装置において、複数の色信号のうちの少なくとも一色を検出する画素として分光感度の異なる二種類（G1，G2）の画素を固体撮像素子に設けると共に、入射光の光源種類が複数種類存在するとき二種類の分光感度を有する画素によって得られた撮像画像データから複数種類の光源による照明光の混合比を画素毎に求める混合比推定手段52と、ホワイトバランス補正を行うゲイン量を前記混合比に応じて画素毎に算出するゲイン量算出手段53とを設ける。

【選択図】 図4

特願 2 0 0 2 - 3 4 9 9 2 2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[3 9 1 0 5 1 5 8 8]

1. 変更年月日

1 9 9 1 年 7 月 3 1 日

[変更理由]

新規登録

住 所

宮城県黒川郡大和町松坂平 1 丁目 6 番地

氏 名

富士フイルムマイクロデバイス株式会社

特願 2 0 0 2 - 3 4 9 9 2 2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 5 2 0 1]

1. 変更年月日	1 9 9 0 年 8 月 1 4 日
[変更理由]	新規登録
住 所	神奈川県南足柄市中沼 2 1 0 番地
氏 名	富士写真フイルム株式会社